

## ИННОВАЦИОННЫЙ И ИНВЕСТИЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 330.322.1+338.2

*И. И. Телехов*

### АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ СО ВСТРОЕННЫМИ РЕАЛЬНЫМИ ОПЦИОНАМИ

Данная статья посвящена вопросам анализа и оценки инновационных и инвестиционных проектов со встроенными реальными опционами. В ней проводится сравнение подходов к анализу реальных опционов в проектах, предлагаемых в литературе. Сравнение показало, что авторы в целом выделяют схожую последовательность этапов оценки реальных опционов в проектах, однако вопросам планирования последующей реализации опционов и разработки правил переходов между этапами уделено сравнительно мало внимания. Далее в статье предложен алгоритм анализа инновационно-инвестиционных проектов со встроенными реальными опционами. Разработанный алгоритм обладает следующими основными преимуществами и характеристиками относительно других подходов. Во-первых, оценка стоимости реальных опционов дополнена блоком анализа условий их исполнения. Во-вторых, предложено ввести раздел составления плана управления исполнением опционов. В-третьих, в алгоритме в явном виде проработана взаимосвязь между отдельными этапами анализа проекта. Применение алгоритма проиллюстрировано на условном примере. Библиогр. 26 назв. Ил. 4.

**Ключевые слова:** инновации, инновационные проекты, инвестиции, управление инновациями, реальные опционы, анализ инновационно-инвестиционных проектов.

*Ignatii I. Telekhov*

### ANALYSIS OF R&D INNOVATION PROJECTS WITH EMBEDDED REAL OPTIONS

This article addresses the issue of innovation project valuation in the presence of embedded real options. It provides a review of real options analysis schemes present in the literature. We show that different authors propose similar sequences of stages of real options valuation, but devote much less attention to planning of real options execution and developing rules of switching between stages. Based on this comparison an innovation project analysis algorithm with embedded real options is proposed. The specific features of this algorithm are as follows: it augments real options valuation with the analysis of conditions of their implementation; development of plan of real options implementation management and design of ties system between different stages of the algorithm. We use a hypothetical example to show the work of the proposed algorithm. Refs 26. Figs 4.

**Keywords:** innovations, innovation projects, investments, innovations management, real options, R&D investment project analysis.

---

**Игнатий Игоревич ТЕЛЕХОВ** — ассистент, Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9; i.telekhov@spbu.ru

**Ignatii I. Telekhov** — Assistant, St. Petersburg State University, Universitetskaya nab., 7–9, St. Petersburg, 199034, Russian Federation; i.telekhov@spbu.ru

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2016

## Введение

Важнейшим условием достижения экономического роста в России на современном этапе является обеспечение устойчивости развития предприятий реального сектора экономики при их эффективной адаптации как к турбулентности внешней среды, так и к требованиям, связанным с новыми технологическими достижениями общества. Одним из ключевых факторов перехода от ресурсной модели экономики к устойчивому, базирующемуся на инновациях, развитию является повышение инновационной активности предприятий. Это в свою очередь предполагает грамотные обоснование и последующую реализацию инновационных и инвестиционных проектов предприятий.

Достижение поставленных перед нашей страной задач повышения конкурентоспособности экономики невозможно без создания эффективных практик анализа и обоснования инновационных проектов, в том числе с позиции инвестиционной привлекательности, а также с учетом последующего грамотного управления ими. Традиционные подходы к экономической оценке инвестиций не всегда адекватно учитывают специфику инноваций, и в первую очередь высокий уровень уникальности и повышенные риски, которые часто приводят к внесению изменений в проекты уже по ходу их реализации. В результате актуальной является разработка подходов к анализу и оценке инноваций, учитывающих при расчетах особенности последующего управления, включая возможности отложить решения, влияющие на успешность внедрения инноваций, на более поздние даты, когда станет доступна дополнительная информация.

В настоящем исследовании под инновационно-инвестиционным проектом будет пониматься ограниченный во времени набор взаимосвязанных действий, который характеризуется наличием четкой цели, обособленностью от остальной деятельности и предполагает вложение инвестиций для получения дохода или иного полезного эффекта за счет создания, внедрения или использования инноваций. В дальнейшем будет существенно, что инновационно-инвестиционный проект уже предполагает либо конкретный набор мероприятий, либо несколько вариантов (сценариев) таких мероприятий, достаточных для расчета ключевых экономических показателей, в первую очередь чистого дисконтированного дохода (далее — ЧДД; англ. Net Present Value, NPV). Однако реально в центре внимания будет в значительной степени сам процесс проектирования, т. е. преобразования инновационной идеи в обособленный набор действий по созданию, внедрению либо использованию инновации, которому можно в том числе приписать совокупность ожидаемых денежных потоков (или распределение вероятности на множестве денежных потоков).

В случае анализа инновационных проектов инвестиционного характера (инновационно-инвестиционные проекты) на первый план выходит оценка экономических выгод от внедрения инновации. Такие проекты обладают рядом специфических черт, в частности более высокой неопределенностью в сравнении с «обычными» инвестиционными проектами, а также ярко выраженной стадийностью осуществления, в рамках которой решение о переходе к более позднему этапу принимается по результатам завершения более раннего. Новым этапом в подходах к оценке и анализу инновационно-инвестиционных проектов стало развитие теории реальных опционов и их применение в практике управления инновациями.

Термин «реальный опцион» был введен в обращение С.Майерсом, который первым высказал мысль о том, что «многие активы корпорации, в особенности возможности роста, могут рассматриваться в качестве колл-опционов» [Myers, 1977]. В данной статье под реальным опционом инновационно-инвестиционного проекта предлагается понимать встроенную в проект возможность при определенных обстоятельствах менять его структуру в зависимости от непостоянных условий. Эта возможность позволяет с максимальной выгодой использовать будущие события, увеличивая полезный эффект от проекта за счет принятия более грамотных решений на основе поступающей новой информации. С помощью реальных опционов анализируются ситуации, в которых решения о реализации отдельных этапов проекта могут быть перенесены на более поздние даты, что создает условия для более гибкого реагирования на высокую неопределенность, а также постадийного принятия решений. О наличии реальных опционов, как это принято у специалистов [Коупленд, Коллер, Муррин, 2005; Лимитовский, 2011; Smit, Trigeorgis, 2012], можно утверждать, когда у менеджеров, занимающихся управлением инновационно-инвестиционным проектом, есть возможность в будущем принять решение о внесении изменений в проект (например, отложить его или изменить масштаб), причем она используется только в том случае если на момент принятия решения это будет оправданно.

Разработка соответствующих подходов к оценке связанных с проектом управленческих (реальных) опционов привела исследователей к выводу о совмещении логики оценки экономической привлекательности проекта с логикой непосредственного управления инновационным проектом [Баранов, Музыко, 2015; Бухвалов, 2004; Ман, 2012].

Фундаментальная проблема современных исследований в области применения реальных опционов к анализу инновационно-инвестиционных проектов заключается в недостаточной проработанности вопросов их использования как инструмента менеджмента, в первую очередь для стратегического управления инновационной деятельностью. Несмотря на более чем тридцатилетнюю историю развития метода реальных опционов усилиями отечественных и зарубежных специалистов, на данный момент основные результаты относятся к сфере разработки моделей оценки стоимости опционов применительно к различным условиям и для отдельных типов проектов, а также к эмпирической проверке справедливости теоретических предложений теории реальных опционов. Однако вопрос о применении реальных опционов как управленческого инструмента, который не только позволяет оценить связанную с проектом гибкость в принятии управленческих решений, но и изначально структурировать инновационные идеи с учетом этой гибкости, а затем встраивать их в план реализации проекта, оказался недостаточно проработан.

Настоящая статья посвящена вопросам грамотного анализа и оценки реальных опционов инновационно-инвестиционных проектов. На основе разработанного автором алгоритма предусматривается учитывать логику выявления, встраивания и последующего исполнения опционов в общей схеме обоснования проекта.

### **1. Сравнение подходов к анализу этапов оценки инновационных и инвестиционных проектов со встроенными реальными опционами**

В рамках исследования, проведенного в статье, отстаивалась позиция использования метода реальных опционов как инструмента стратегического управления

инновационно-инвестиционными проектами. Подобная постановка вопроса приводит к необходимости определить основные шаги, которые следует осуществить менеджеру для успешного применения данного инструмента. И если вопрос последовательности конкретных этапов оценки опциона в литературе освещен достаточно хорошо, то проблемам комплексного анализа и обоснования инновационно-инвестиционных проектов со встроенными реальными опционами уделено значительно меньше внимания. Тем не менее ряд российских и зарубежных авторов рассматривали эту проблему в своих работах.

Один из первых подходов к оценке проектов с реальными опционами был предложен М. Амрам и Н. Кулатилакой [Amram, Kulatilaka, 1999, с. 108]. В его рамках выделено всего два шага: 1) выявление и определение реальных опционов; 2) последовательное математическое представление задачи оценки опциона и далее выбор метода поиска решения из трех возможных (частные дифференциальные уравнения, динамическое программирование и симуляции), а затем подбор внутри каждого метода наиболее удобной техники проведения расчетов. В основном фокусе авторов прежде всего находятся сами реальные опционы и многообразие подходов к их оценке, а проект, с которым связаны опционы, и управление им остается за пределами исследования.

Следующим в хронологическом порядке и крайне влиятельным был подход, сформулированный Т. Коуплендом и В. Антикаровым [Antikarov, Copeland, 2003, с. 220]. Авторы предложили схему из четырех шагов: 1) оценка показателей проекта без опционов, 2) моделирование неопределенности на основе использования дерева событий, 3) выявление и внедрение управленческой гибкости в рамках построения дерева решений, 4) оценка проекта с опционами. В дальнейшем многие авторы в той или иной степени предлагали похожую последовательность шагов, при этом зачастую без явных ссылок на работу Коупленда и Антикарова. Разработанный авторами подход, подробно описанный в их работе, отличается простотой и понятностью, а также акцентом на определение справедливой стоимости опционов. Тем не менее система последовательности шагов не предполагает указания на ситуации, когда аналитик вынужден возвращаться на более ранние этапы и вносить коррективы в уже сделанные расчеты. Последовательность шагов заканчивается оценкой проекта, однако для управления инновационно-инвестиционным проектом необходимо не только значение ЧДД с учетом встроенных опционов, но и план управления проектом, который должен включать и правила исполнения опционов.

Достаточно интересной и одной из первых в русскоязычной литературе является разработанная М. Р. Салиховым общая схема оценки эффективности инновационного проекта с использованием опционного подхода [Салихов, 2007]. Автор рассматривает полноценный алгоритм оценки инновационного проекта, с которым связаны реальные опционы. В отличие от многих других, в том числе более поздних работ, Салихов разработал удобную управленческую схему анализа инновационно-инвестиционного проекта, в рамках которой нашли отражение как анализ самого проекта, так и выявление и оценка реальных опционов. Ключевым недостатком предложенного алгоритма является включение в него только той части анализа инновационно-инвестиционного проекта, которая заканчивается принятием решения о его реализации. Поскольку реальные опционы фактически позволяют отложить принятие решения на более поздние сроки, рекомендации по

управлению должны включать в себя не только этапы оценки, но и остальную часть проекта, в которой будут непосредственно исполняться выявленные реальные опционы. Автор не учитывает также необходимость учета возможных взаимосвязей между опционами в проекте, хотя в принципе упоминает о возможности наличия в нем нескольких опционов.

В работе О. М. Фокиной [2009] была предложена методика оценки инвестиционных решений (без сужения до инвестиций в инновации), состоящая из восьми последовательных этапов: 1) оценка инвестиционного проекта, 2) исследование рисков проекта, 3) определение типа неопределенности проекта, 4) моделирование или поиск в проекте реального опциона, 5) обоснование стратегии финансирования проекта, 6) описание опциона, 7) определение его ценности, 8) расчет чистой текущей стоимости и других показателей эффективности. В рамках этой методики удачно выделены основные шаги, которые так или иначе придется пройти для оценки проекта со встроенными реальными опционами. Автор указанной статьи предлагает уделять внимание вопросам не только поиска, но и моделирования реальных опционов, что дает возможность встроить в проект опцион, который изначально с ним не ассоциируется. Однако поскольку в работе не рассматривается взаимосвязь между выделенными этапами, то остается непонятным, должны ли данные этапы идти именно в такой последовательности либо целесообразно пропустить какой-либо из шагов или вернуться к более раннему.

Л. А. Баев и О. В. Егорова в статье, посвященной инвестиционным проектам, предложили концепцию модифицированной оценки реальных опционов (MROV), в соответствии с которой предполагается использовать теорию реальных опционов, с дополнительным применением экспертных оценок [Баев, Егорова, 2010]. Подобный подход, по мнению авторов, способен привести к появлению проектно-опционного управления, которое должно быть основано на «учете позитивной составляющей неопределенности и априорном формировании необходимой гибкости в принятии решений в условиях постоянно меняющейся среды» [Баев, Егорова, 2010, с. 40]. Однако данная концепция не получила дальнейшего развития, поэтому многие вопросы реального воплощения этой идеи в жизнь (какие конкретно параметры должны быть оценены экспертами; как непосредственно будет осуществляться управление исполнением выявленных опционов) остались неизученными.

Н. М. Закиева предложила рассмотреть различные стадии инновационного проекта с позиции того, какие опционы могут быть выявлены и реализованы на различных стадиях [Закиева, 2012]. Автор разделяет проект на пять стадий: 1) предпроектная стадия; 2) стадия инициирования; 3) стадия НИОКР; 4) стадия внедрения и использования инновационного продукта; 5) стадия завершения. В свою очередь, они включают шестнадцать подстадий, для девяти из которых были предложены связанные с ними реальные опционы. Привязка типов опционов к этапам проекта представляется перспективной идеей, однако в результате не были учтены некоторые виды опционов, особенно важные для инновационно-инвестиционных проектов, например опцион на осуществление последовательных инвестиций, дающий право реализовывать новые проекты на базе рассматриваемого. Также автор концентрировал внимание в основном на возможных видах опционов и факторах неопределенности, в результате чего вопрос оптимального исполнения этих опционов не обсуждался.

В научной статье Дж. Ванг, Ч.-Ю. Ванг и Ч. Ву предложена оценка инновационных проектов на основании схемы из трех шагов: 1) выявление возможностей, 2) развитие возможностей и 3) оценка возможностей [Wang, Wang, Wu, 2015]. Важным преимуществом данного подхода является признание необходимости выявления опционов (в отличие от многих других методик, авторы которых считают само собой разумеющимся наличие реальных опционов в проекте, хотя в действительности зачастую их не так просто увидеть). Однако в рассматриваемой статье не учитывается необходимость последующего управления исполнением встроенных в проект реальных опционов.

Во многом схожую методику применительно к оценке инновационно-инвестиционных проектов с венчурным финансированием, причем с позиции венчурного фонда, разработали А. О. Баранов и Е. И. Музыко. В их статье [Баранов, Музыко, 2015] предлагается осуществлять оценку проекта на основании применения последовательности из четырех этапов, состоящих из отдельных шагов. Основной особенностью такого подхода является концентрация внимания на оценке стоимости реального опциона, которую, по мнению авторов, возможно производить с использованием формулы Геске. В результате, несмотря на подробно разработанную последовательность шагов оценки, за рамками исследования остается управленческая составляющая проекта, что особенно критично в ситуации, когда с проектом связано множество взаимосвязанных опционов.

На основании проанализированных работ можно сделать общий вывод о том, что исследователи настоящей проблемы в той или иной степени концентрируются на оценке опционов, в то время как необходимость разработки схемы оптимального управления встроенными в проект реальными опционами уже после оценки их стоимости в значительной мере ускользает от их внимания. Менеджеры инновационно-инвестиционного проекта должны иметь на руках план реализации проекта с учетом выявленных опционов и правил их исполнения. Кроме того, во всех работах, за исключением статьи М. Р. Салихова, представлены последовательности этапов, а не полноценные алгоритмы, в результате чего непроработанным остается вопрос о том, как менеджеру понять, что результаты осуществления того или иного этапа уже позволяют переходить к следующему этапу. Иными словами, на практике нужен именно алгоритм, способный служить путеводителем и направлять менеджеров, указывать ключевые точки принятия решений по проекту.

## **2. Разработка алгоритма анализа инновационно-инвестиционных проектов со встроенными реальными опционами**

Рассмотрим алгоритм, который получен в результате объединения и обобщения отдельных элементов анализа проектов с реальными опционами, предложенных различными авторами, и который дополняет их этапами, отвечающими за встраивание реальных опционов в проект и управление их реализацией. Грамотный анализ может позволить получить максимум выгоды от применения реальных опционов и при этом избежать излишних расчетов, не способных дать ценной информации аналитику. Именно это и закладывалось в данный алгоритм, предполагающий следующий перечень укрупненных шагов:

- анализ параметров проекта традиционными методами;



- поиск возможных опционов;
- встраивание опционов в проект;
- закрепление опционов, связанных с проектом, и анализ внешних воздействий на стоимость опциона;
- создание плана реализации проекта с реальными опционами;
- мониторинг и контроль опционов;
- исполнение реальных опционов;
- закрытие проекта.

Общий вид алгоритма представлен на рис. 1.

Предлагаемый алгоритм дополняет рассмотренные аналогичные подходы других авторов большей детализацией этапов, формулировкой правил перехода между этапами, а также большим акцентом на обеспечение менеджеров необходимыми инструментами для успешной реализации проекта. Отдельные элементы алгоритма являются стандартными при оценке инновационно-инвестиционных проектов, в связи с чем имеет смысл остановиться на содержании тех этапов, которые отсутствуют в научных исследованиях.

**Поиск возможных опционов, связанных с проектом.** Поиск реальных опционов осуществляется в двух случаях: 1) проект изначально выгоден; 2) проект убыточен или на грани окупаемости. Следует иметь в виду, что в первом случае стоимость реального опциона уже не влияет на одобрение проекта, но позволяет выбрать более выгодный способ (сценарий) его реализации. Во втором случае точная оценка стоимости позволяет определить, будет ли проект выгоден при наличии реальных опционов, тем самым не дав отклонить перспективный проект.

При использовании реальных опционов в обосновании инвестиционных проектов всегда стоит строго проверять наличие предпосылок их существования в проекте. Не любая гибкость проекта является реальным опционом, и существует опасность, что аргумент о наличии в проекте очень важного стратегического опциона может привести к оправданию «плохих инвестиций» [Дамодаран, 2005, с. 1072]. Анализ проекта на предмет наличия реальных опционов необходимо начинать с определения того, связан ли он с тем или иным вариантом альтернативных действий, из которых инвестор может выбирать и которые зависят от его решений. Необходимо четко определить общую картину проекта и дать ответ на вопросы, «каковы возможные решения, когда они могут быть сделаны и кто их делает» [Amram, Kulatilaka, 1999, с. 91]. Не все опционы, включенные в проекты, имеют реальную ценность, так же как не всякая возможность принятия того или иного решения на следующих этапах будет в действительности опционом.

В ходе выявления возможных решений, способных внести коррективы в проект во время его реализации, для поиска конкретных реальных опционов необходимо найти источники неопределенности и охарактеризовать их влияние на проект. Если проект не связан с неопределенностью, то и реальных опционов, имеющих ценность, в нем нет. После учета фактора неопределенности необходимо принять во внимание границы ее измерения, тенденции изменения (тренд) и поведение в прошлом — т. е. ключевые характеристики, возможно на качественном уровне.

**Встраивание опционов в проект.** Выделение данного пункта в предлагаемом алгоритме во многом связано с игнорированием в имеющейся литературе проблем встраивания опционов и процесса, как это должно происходить. Выявление опци-

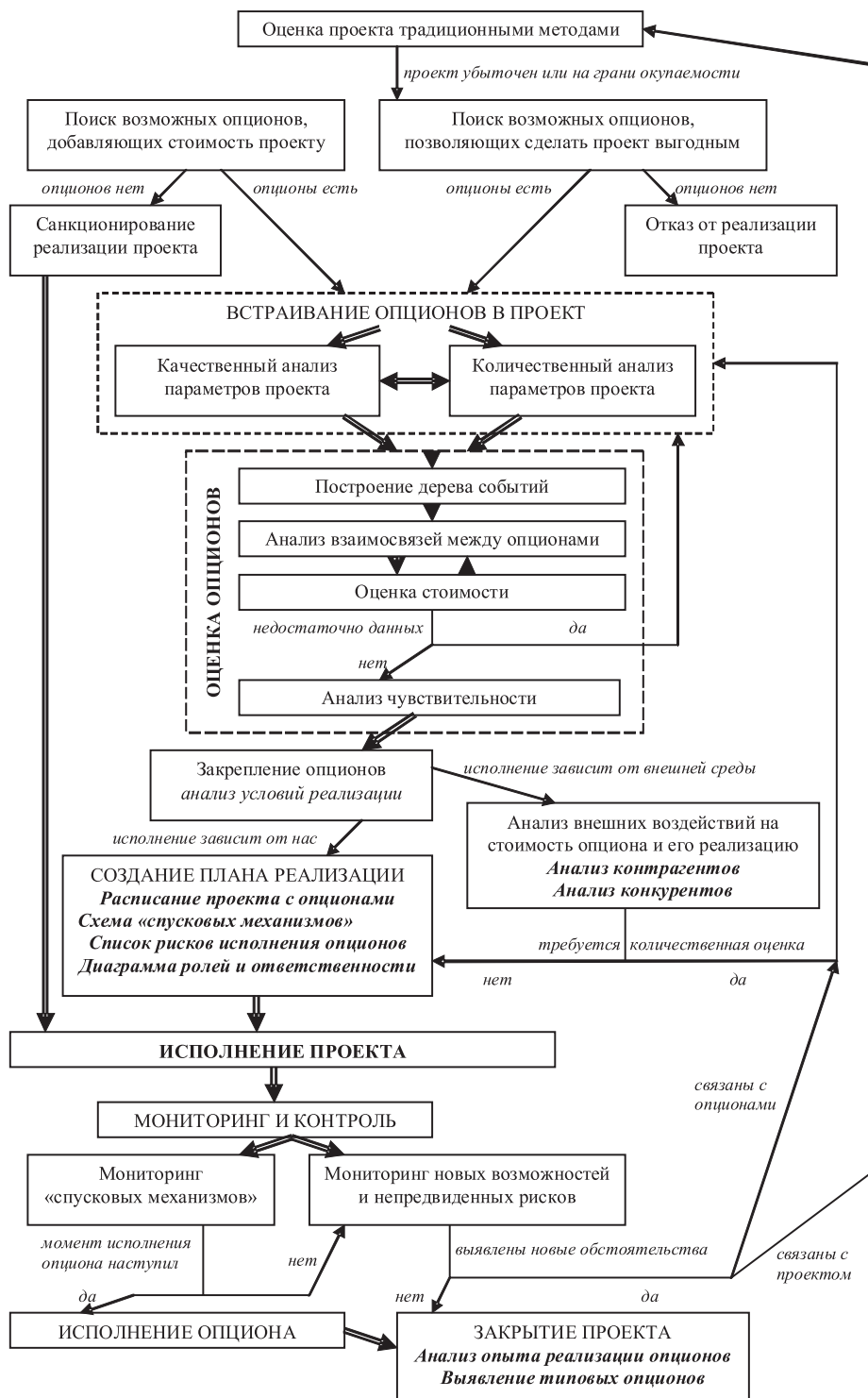


Рис. 1. Алгоритм анализа инновационно-инвестиционных проектов со встроенными реальными опционами



онов, т. е. возможностей гибкого реагирования на те или иные варианты развития событий в будущем, ценно само по себе, даже если у нас нет оценки того, сколько такая возможность стоит. Однако в таком случае особое внимание должно уделяться проработке плана управления опционами, что и нашло отражение в предложенном алгоритме.

Принципиальное различие между реальными и финансовыми опционами заключается, в частности, в том, что последние являются конкретными контрактами (в том числе могут иметь вещественную форму), и заключившие эти контракты стороны должны выполнить заложенные в них обязательства. На финансовых рынках существуют институциональные механизмы принуждения сторон выполнять взятые на себя обязательства. В случае реальных опционов менеджер должен быть уверен, что он сможет исполнить связанный с проектом опцион на тех условиях, которые заложены в плане проекта, однако в общем случае эта возможность не гарантирована. Как отмечает А. В. Воронцовский, использование реальных опционов осуществляется «путем заключения тех или иных условных срочных контрактов, исполнение или неисполнение которых в зависимости от складывающейся ситуации позволит хеджировать риски по проекту» [Воронцовский, 2005, с. 220]. Из этого следует, что для применения моделей оценки стоимости реальных опционов мы должны смотреть на них как на конкретные «условные контракты» с определенными параметрами, а не как на абстрактные возможности принять те или иные решения в будущем.

Выделенные в рамках предыдущего этапа возможности должны быть встроены в проект или, другими словами, трансформированы в реальные опционы в виде неких «контрактов», по которым точно установлены: фактор неопределенности, характер принимаемых действий и условия, на которых инвестор может принимать эти действия. Далее будет проведен количественный и качественный анализ параметров проекта на предмет того, какие из найденных возможностей гибкого управления действительно могут быть трансформированы в реальные опционы.

Например, многим инновационным проектам свойственна стадийность реализации и связанные с ней опционы на продолжение проекта, дающие право, но не обязанность, продолжить проект после завершения отдельной фазы (подпроекта). Так, после окончания прикладных исследований организация может принять решение о переходе к опытно-конструкторским работам либо о прекращении или приостановке проекта. То же самое происходит и при переходе от опытно-конструкторских работ к началу производства. Однако недостаточно знать о наличии стадийности, необходимо четко прописать те параметры, от которых зависит выбор варианта поведения по окончании конкретной стадии. Фактически встраивание опционов — это часть процесса проектирования проекта, в ходе которого формируется то, что затем можно назвать инновационно-инвестиционным проектом.

Не любая возможность, которая была выявлена в ходе анализа, должна превратиться во встроенный в проект реальный опцион. Скорее, наоборот, стоит стремиться к выявлению одного или нескольких реальных опционов, в возможности реализации которых есть уверенность. М. А. Лимитовский отмечает: «Наличие множественности возможных результатов проекта снижает его предсказуемость и ставит его успех в зависимость от решительности и квалификации менеджеров»

[Лимитовский, 2011, с. 418]. В результате можно сделать вывод о том, что реальные опционы в первую очередь актуальны для организаций, реализующих активную стратегию и обладающих управленческими ресурсами, в том числе и кадрами, умеющими вовремя и грамотно приводить в жизнь запланированные мероприятия. Но в любом случае чем больше давление на менеджеров по принятию важных решений, тем выше вероятность ошибки.

Встраивание опционов в проект состоит из качественного и количественного анализа параметров проекта. В рамках качественного анализа происходит учет и описание факторов неопределенности, влияющих на выгодность исполнения реальных опционов, а также остальных факторов, связанных со стоимостью опциона. При количественном анализе производится количественная оценка факторов стоимости реального опциона.

**Оценка встроенных реальных опционов** предполагает применение одного из множества подходов к определению дополнительной ценности (в денежном выражении), которую реальный опцион добавляет инновационно-инвестиционному проекту. Большое количество источников в научной литературе с подробным описанием данного вопроса [Dixit, Pindyck, 1994; Moon, Schwartz, 2000; Antikarov, Copeland, 2003; Amram, Kulatilaka, 1999; Hull, 2003] позволяет не останавливаться на этом подробно в настоящей статье.

**Закрепление опционов.** Как было показано, в рассмотренных работах анализ проектов завершается вычислением ЧДД с учетом стоимости реальных опционов либо составлением финансового плана проекта, что отражает чисто экономический подход к изучаемому вопросу. С позиции управления инновационными проектами за экономическими расчетами должна следовать работа по составлению плана управления проектом. Предлагаемый раздел закрепления опционов отвечает за включение в указанный план мероприятий, направленных на дальнейшее успешное исполнение встроенных опционов.

На данном этапе алгоритма происходит проработка параметров проекта с точки зрения практических действий, необходимых для исполнения каждого встроенного реального опциона. Идеальной является ситуация, при которой возможность реализовать опцион заранее гарантирована, и именно к этому нужно всегда стремиться. Например, если заранее заключить договор о возможной продаже части активов сторонней организации при неблагоприятном развитии событий (опцион на сокращение) или договор о возможной покупке дополнительного оборудования при необходимости расширить масштабы деятельности (опцион расширения), то будет получена большая гарантия исполнения опциона. На практике, к сожалению, это часто невозможно в силу значительных сроков реализации инновационных проектов и отсутствия контрагентов, готовых вступать в такого рода отношения.

Реальный опцион можно считать окончательно встроенным в инвестиционный проект, если инвестор точно знает, при каких условиях и каким образом исполнять опцион, какие действия необходимо предпринять и какие сложности могут возникнуть.

**Анализ внешних воздействий на стоимость опциона и его реализацию.** Данный шаг осуществляется в том случае, когда исполнение реального опциона зависит от внешних относительно организации факторов. К ним относится анализ контрагентов, который направлен на получение предварительных договорен-

ностей с партнерами, гарантирующими исполнение реальных опционов, и анализ конкурентов, который отражает возможное влияние конкурентов на стоимость проекта. Как показано в литературе [Smit, Trigeorgis, 2006; Smit, Trigeorgis, 2012; Azevedo, Paxson, 2014; Changa, Li, Gao, 2016], уровень конкуренции на рынке может существенно повлиять на стоимость встроенных в проект реальных опционов, что можно учесть в расчетах, используя теоретико-игровое моделирование.

**Составление плана реализации проекта.** Рассмотрение данного вопроса также выпадает из научных исследований теории реальных опционов, видимо отчасти потому, что большинство работ в основном нацелено на получение стоимости опциона, нежели на управленческую ценность полученных результатов. Хотя для случая реальных опционов еще более остро встает проблема соединения оценки привлекательности проекта с нахождением управленческих решений, при реализации которых предприятие сможет добиться тех показателей, которые планировались при обосновании проекта.

Метод реальных опционов как оценочный метод позволяет показать истинную стоимость проекта с учетом встроенных возможностей изменения его структуры в будущем и одобрить те проекты, которые в противном случае были бы ошибочно отклонены как экономически нецелесообразные. Между тем исполнение реального опциона связано с серьезными трудностями, если вместе с опционом не спроектировано правило его исполнения. М. А. Лимитовский отмечает: «Вложение денег в опцион — это вложение в условные проекты» [Лимитовский, 2011, с. 421], т. е. опцион предполагает принятие решения об изменении структуры проекта чаще всего в виде дополнительного инвестирования, которое может быть осуществлено при определенных условиях. Применение реальных опционов, как отмечалось выше, требует активного управления, а это выдвигает требования как к уровню профессионализма и квалификации менеджеров, так и ко всей системе управления.

Например, часто инновационные проекты обладают опционами на расширение масштабов деятельности, дающими право увеличить объемы производства при благоприятных условиях, но не делать этого, если спрос низкий. Однако менеджеру проекта недостаточно знать, что масштаб может быть увеличен, а решение об этом будет рассмотрено и утверждено позднее, нужен конкретный план мероприятий, который можно будет принять к исполнению. Расширение масштабов может сопровождаться заказом, поставкой и установкой дополнительного оборудования, наймом дополнительных работников и их обучением, проведением переговоров и заключением договоров с поставщиками и покупателями, закупкой сырья и многим другим. Все это занимает время и требует усилий, которые должны быть спланированы и отражены в соответствующих документах проекта. Срок исполнения опциона зависит также от плана выполнения этих мероприятий, а заблаговременная подготовка к некоторым мероприятиям, например заключенный договор о намерениях с поставщиками, может ускорить и упростить процедуру проведения этого мероприятия. С учетом продолжительности исполнения должен рассчитываться и момент начала реализации реального опциона: если расчет показал оптимальный момент расширения масштаба, а само расширение займет еще несколько месяцев, то начинать его нужно за несколько месяцев до определенной при расчетах даты. В противном случае если в оптимальный момент начинать реализовывать опцион, то к моменту фактического расширения масштаба это может

быть уже не оптимально (например, за прошедшее время наши конкуренты успели увеличить свое производство или на рынке появились новые фирмы).

В большинстве случаев менеджмент не получает никакого явного сигнала о том, когда исполнять опцион. Если, например, новый продукт разработан и выпущен на определенный рынок, то в случае его невостребованности предприятие может попробовать запустить его на другой рынок, дополнив определенными модификациями, а может и вовсе прекратить его производство. При этом сложно определить наиболее верное решение в силу новизны продукта. Между тем в данной ситуации предприятие имеет как опцион продолжения производства (с внесением изменений), так и опцион полного завершения производства и начала производства новой продукции.

Ключевая задача данного этапа — превратить встроенные реальные опционы в конкретные и понятные менеджерам правила принятия решений. Необходимо формализовать все параметры опционов, задав их конкретные пороговые значения, при достижении которых будет приниматься решение об исполнении или неисполнении того или иного опциона. Также необходимо четко определить те факторы, которые способны повлиять на изменение тенденций в колебаниях цены базового актива.

Обобщая проанализированные проблемы, для закрепления реальных опционов в инновационном проекте следует дополнить план управления проекта инструментами управления их исполнением. Необходимо назначить ответственных лиц, которые будут обязаны отслеживать ситуацию и давать сигнал о необходимости готовиться к исполнению опциона. Специфику реальных опционов предлагается отразить в следующих документах по проекту:

- расписание проекта с опционами — график реализации проекта (может быть представлен в виде сетевого графика, дерева решений) с точками исполнения опционов;
- схема «спусковых механизмов» — перечень параметров, от которых зависит принятие решения об исполнении реального опциона, с указанием пороговых значений;
- список рисков исполнения опционов — перечень показателей, достижение пороговых значений по которым дает сигнал об исполнении конкретного опциона;
- диаграмма ролей и ответственности — перечень лиц, отвечающих за исполнение реальных опционов, с указанием того, какие функции они должны выполнять.

Завершение процесса обоснования инвестиционного проекта со встроенными реальными опционами должно закончиться созданием плана реализации проекта, в рамках которого четко прописаны все характеристики реальных опционов.

Шаг *исполнения проекта* является общим для проектов вне зависимости от наличия встроенных реальных опционов.

*Мониторинг и контроль.* Данный шаг предполагает отслеживание исполнения реальных опционов и, согласно разработанному алгоритму, состоит из двух процессов:

- мониторинг «спусковых механизмов» — отслеживание момента исполнения реального опциона;

- мониторинг новых возможностей и непредвиденных рисков — отслеживание появления факторов, влияющих на выгодность тех или иных опционов в проекте, а также поиск новых возможностей, способных стать реальными опционами.

Если в ходе мониторинга выявлены условия для реализации опциона, то осуществляется запуск исполнения опциона согласно разработанному плану.

*Закрытие проекта* завершает проект, и при этом, помимо сдачи конечного результата, закрытия контрактов и согласования разногласий, предполагается анализ опыта реализации реальных опционов проекта для использования в будущем. В некоторых случаях закрытие может сопровождаться включением спускового механизма для одного из встроенных опционов, если это был опцион на досрочное закрытие проекта или же стратегический опцион, дающий право на реализацию последующих проектов на базе рассматриваемого.

Подводя итог, можно заключить, что предлагаемый алгоритм совмещает задачи экономической оценки и создания плана управления в рамках осуществления инновационно-инвестиционного проектирования. За счет дополнения этапов оценки стоимости опционов дополнительными этапами, важнейшими из которых являются встраивание и закрепление опционов, удается отразить специфику реальных инвестиций в инновации: то, что предприятие получит ровно такой доход, какой был запланирован в рамках оценки проекта, в существенной степени зависит от того, как менеджеры будут управлять проектом и какие решения будут принимать. Сотрудники должны иметь понятную систему показателей, дающих сигнал о наступлении момента исполнения опционов, а также план мероприятий по осуществлению исполнения, который должен быть разработан заблаговременно. Кроме того, инвестиционное решение требует аккумулирования финансовых ресурсов, которые должны быть доступны к определенным датам и в необходимом количестве, что также следует отразить в плане управления проектом. Все данные аспекты и были включены в разработанный алгоритм.

В результате предложенный алгоритм доводит до логического конца применение реальных опционов как инструмента управления, давая менеджерам понятный инструментарий его использования, а также в явном виде указывает на сложности их внедрения в практику управления инновационно-инвестиционными проектами.

### **3. Пример анализа инновационно-инвестиционного проекта со встроенными реальными опционами**

Проиллюстрируем применение предложенного алгоритма на условном примере инновационно-инвестиционного проекта: фирма «Х» предложила новый прибор с инновационным алгоритмом распознавания данных медицинских анализов. Проект продлится три года и предполагает начальные инвестиции в размере 112 000 руб. Объем продаж оценивается в 2000 штук в год, удельные переменные издержки равны 75 руб., постоянные издержки составляют 5 000 руб. (без амортизации), цена равна 100 руб. Фирма использует в качестве ставки дисконтирования стоимость капитала  $r = 10\%$ , безрисковая ставка процента  $r_{\text{бp}} = 8\%$ . В ближайшие

три года фирма X имеет налоговые льготы и ставка налога на прибыль для нее равна нулю.

При таких параметрах ежегодный денежный поток будет равен 45 000 руб., чистый дисконтированный доход проекта при использовании ставки дисконтирования 10% составит (–92 руб.). Отрицательное значение говорит о том, что проект стоит отклонить. Однако при наличии неопределенности будущих потоков расходов и доходов по проекту может быть полезным провести поиск возможных реальных опционов, способных повысить привлекательность проекта. Было выявлено, что менеджмент имеет возможность при желании увеличить масштабы проекта, а при необходимости сократить их, деинвестировав часть вложенных в проект средств. Эти возможности можно представить в виде реальных опционов, встроив их в проект. В качестве опционов, связанных с проектом и требующих анализа, можно выделить опцион на расширение и опцион на сокращение масштабов проекта. По оценкам специалистов, расширение масштабов проекта можно осуществить на 30% на уже созданной базе, и это потребует 20 000 руб. дополнительных инвестиций. Сократить масштабы проекта можно на 60%, что позволит выручить за счет деинвестирования 50 000 руб.

Поскольку в проекте выделено сразу два опциона, причем оба они могут быть исполнены в любой момент хода проекта (так называемые американские опционы), удобнее применить биномиальную модель оценки стоимости опциона [Cox, Ross, Rubinstein, 1979], а не модель Блэка—Шоулза [Black, Scholes, 1973], предполагающую фиксированную дату исполнения опциона. В качестве базового актива будем использовать сегодняшнюю стоимость проекта, динамика которой представлена на рис. 2. Это позволяет, во-первых, учесть влияние всех факторов неопределенности, связанных с проектом, в едином показателе изменчивости стоимости проекта и, во-вторых, принять во внимание, что дисперсия отдельных факторов в общем случае не совпадает с дисперсией денежных потоков, участвующих в оценке проекта.

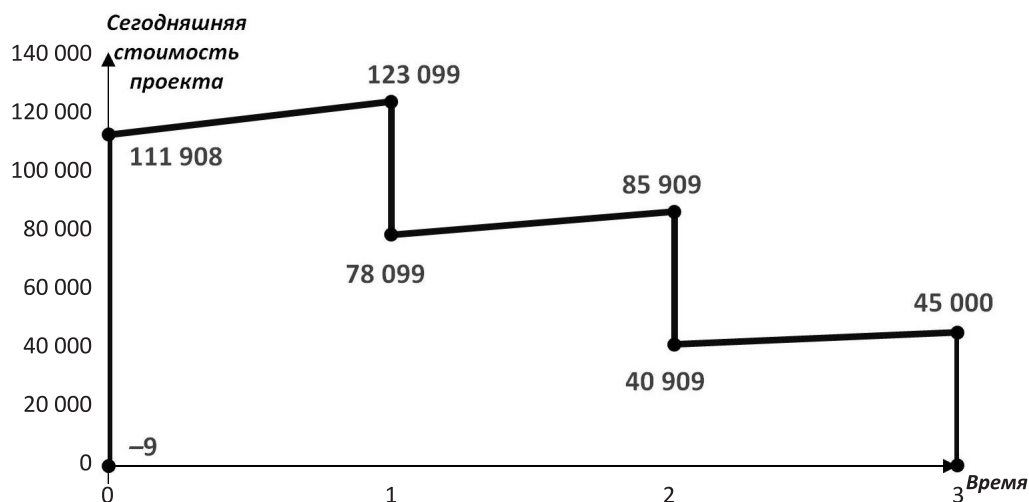


Рис. 2. Изменение сегодняшней стоимости проекта во времени, руб.



Первое значение на рис. 2 равно ЧДД проекта (–92 руб.). Следующее значение 111 908 руб. представляет собой сегодняшнюю стоимость проекта на момент времени «ноль» без учета первоначальных инвестиций и отличается от ЧДД на величину этих инвестиций. Следующее значение 123 099 руб. представляет собой сегодняшнюю стоимость проекта на 1-й момент, т.е. сумму продисконтированных к этому времени всех денежных потоков, начиная с 1-го момента времени включительно. Одновременно эта сумма равна прокапитализированной на год вперед стоимости проекта в момент времени ноль. Значение 78 099 руб. получено из 123 099 руб. вычитанием денежного потока первого периода и является сегодняшней стоимостью продисконтированных будущих денежных потоков по проекту после первого периода. Расчет остальных значений производится аналогично.

Предположим, что фирма не может повлиять на рыночную цену и единственным фактором неопределенности является изменение объема продаж. Для оценки стоимости реальных опционов необходимо получить количественное значение дисперсии доходности базового актива, в качестве которой выступает сегодняшняя стоимость проекта. Будем считать, что менеджмент провел оценку среднеквадратического отклонения логарифма доходности проекта и получил значение  $\sigma = 20\%$ . В случае инновационных проектов наиболее доступным представляется получение данного значения в ходе имитационного моделирования методом Монте-Карло. Однако поскольку его применение для таких задач анализируется в других работах [Antikarov, Copeland, 2003; Mun, 2002], не будем останавливаться на его рассмотрении в настоящей статье.

Используя значение среднеквадратического отклонения сегодняшней стоимости проекта в рамках применения биномиальной модели, необходимо получить значения коэффициентов изменения стоимости базового актива за единицу времени в  $u$  и  $d$ . В соответствии с условиями модели предлагается, что в первый момент времени стоимость базового актива может либо вырасти в  $u$  раз, либо упасть в  $d$  раз, в результате чего стоимость базового актива может принять два значения. В следующий момент времени оба значения стоимости базового актива опять могут вырасти либо упасть и так далее, что в итоге приводит к построению биномиального дерева. Согласно формулам модели Кокса—Росса—Рубинштейна,

$$u = e^{\sigma\sqrt{\frac{T}{n}}} = e^{0,2\sqrt{\frac{1}{1}}} \approx 1,22, \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\frac{T}{n}}} = \frac{1}{u} \approx 0,82.$$

В данной формуле  $\sigma$  — среднеквадратическое отклонение доходности базового актива;  $T$  — это промежуток времени, за который была посчитано среднеквадратическое отклонение;  $n$  — количество шагов планирования внутри периода  $T$  (в нашем случае один шаг);  $e$  — основание натурального логарифма ( $e \approx 2,71$ ).

Соответственно на каждом шаге стоимость проекта может либо возрасти в 1,22 раз, либо сократиться в 0,82 раза. Используя данные коэффициенты, можно построить биномиальное дерево событий для проекта (рис. 3).

На основании дерева событий можно оценить выгодность использования выявленных опционов на расширение и на сокращение проекта, построив дерево решений (рис. 4). Анализ целесообразности исполнения конкретного реального опциона осуществляется с конца дерева событий, а далее следует пошагово двигаться к начальному моменту проекта. В терминальных вершинах у менеджеров проекта

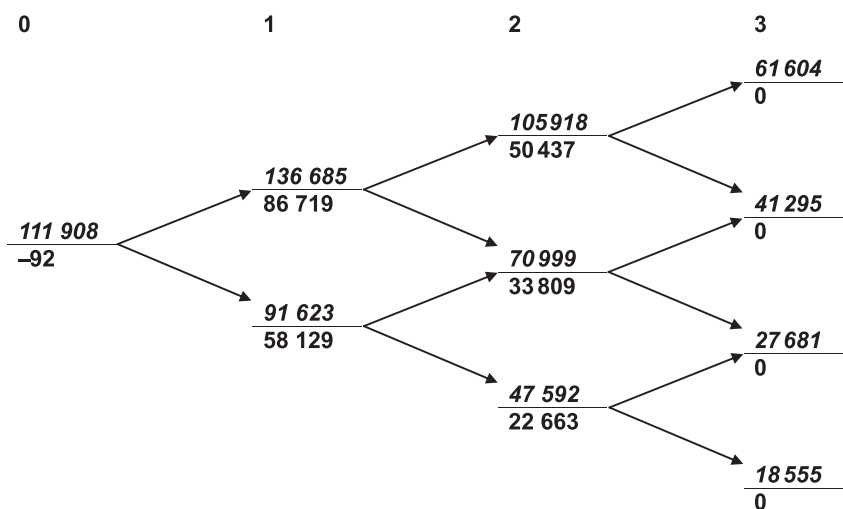


Рис. 3. Биномиальное дерево событий проекта

Примечание: единицы измерения — рубли.

уже нет выбора — в момент завершения проекта нет смысла и возможности расширять или сокращать его масштаб, что отражено в совпадающих значениях сегодняшней стоимости в дереве событий и дереве решений.

Рассмотрим полученные расчеты на примере вершин второго периода. Значение стоимости проекта в случае, когда опционы не исполняются, можно определить как ожидаемую сегодняшнюю стоимость будущих потоков в момент времени три с использованием риск-нейтральных вероятностей. Последние, согласно формулам вычисления [Antikarov, Copeland, 2003, с. 97], можно найти следующим образом:

$$p = \frac{(1 + r_{\text{бп}}) - u}{u - d} = \frac{1,05 - 1,22}{1,22 - 0,82} = 0,57, \quad q = 1 - p = 1 - 0,57 = 0,43,$$

где  $p$  и  $q$  — риск-нейтральные вероятности для случаев роста и падения стоимости базового актива.

Применяя риск-нейтральные вероятности, можно дисконтировать будущие денежные потоки, используя безрисковую ставку процента:

$$V = \frac{p \times V_u + (1 - p) \times V_d}{1 + r_{\text{бп}}} = \frac{0,57 \times 61\,604 + 0,43 \times 41\,295}{1,05} = 50\,437,$$

где  $V_u$  и  $V_d$  — будущие денежные потоки по проекту в случае роста и падения соответственно;  $V$  — сегодняшняя стоимость проекта;  $r_{\text{бп}}$  — безрисковая ставка дисконтирования.

К такому же результату можно прийти, используя реплицирующий портфель (см.: [Antikarov, Copeland, 2003, с. 90–93]), если в качестве базового актива взять стоимость проекта. Полученное значение необходимо сравнить с вариантами развития проекта при исполнении опционов: опцион на расширение увеличит стоимость проекта 50 437 руб. на 30% при инвестициях 20 000 руб., а опцион на сокращение уменьшит эту стоимость на 60% и высвободит 30 000 руб. В результа-

те стоимость проекта при реализации каждого из опционов составит 45 569 руб. и 50 175 руб. соответственно. Поскольку эти суммы меньше 50 437 руб., то в данном узле дерева событий выгодно продолжать проект без исполнения опционов, и вторая цифра в соответствующем узле равна 50 437 руб. Добавив к ней величину денежного потока, как и в дереве событий, получим стоимость проекта 105 918 руб., стоящую в верхней части узла.

Аналогично можно найти значения и для других вершин во 2-й период. Рассмотрим самую нижнюю вершину. Использование риск-нейтральных вероятностей позволит получить значение сегодняшней стоимости:

$$V = \frac{p \times V_u + (1-p) \times V_d}{1 + r_{\text{бп}}} = \frac{0,57 \times 27\,681 + 0,43 \times 18\,555}{1,05} = 22\,663 \text{ руб.}$$

Это больше, чем 9 462 руб. — стоимость в случае исполнения опциона на расширение, но меньше, чем 39 065 руб. — стоимость при исполнении опциона на сокращение. Поэтому в дереве событий указывается последнее число и выбирается исполнение опциона на сокращение (рис. 4).

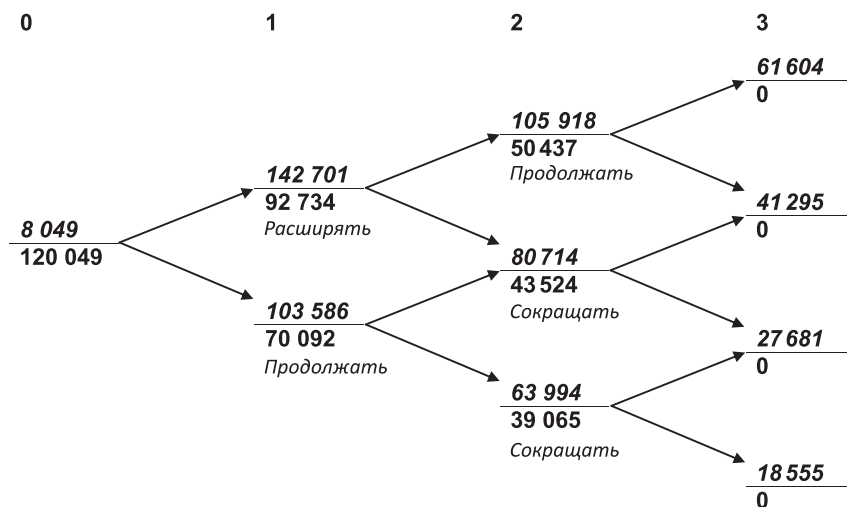


Рис. 4. Дерево событий проекта

Примечание. 1) Продолжать — продолжать реализацию проекта; Расширять — исполнять опцион на расширение; Сокращать — исполнять опцион на сокращение; 2) единицы измерения — руб.

Как видно из дерева решений, опцион на расширение выгодно использовать лишь в 1-м периоде реализации проекта, и в том случае, если будет реализован самый оптимистичный из возможных сценариев. Это означает, что при данном размере платы за увеличение масштабов проекта опцион не очень ценен: чтобы оправдать его реализацию, доходы от основной деятельности должны быть достаточно большими. Опцион на сокращение масштабов проекта становится выгоден лишь во 2-м периоде, и в том случае, когда в дереве событий до 2-го периода было хотя бы одно движение вниз. В итоге общая сумма ЧДД проекта с опционами составляет 8 049 руб., и, следовательно, стоимость опционов равняется 8 140 руб.

Анализ показал, что включение в проект опционов может сделать ЧДД положительным, а проект выгодным. Также в ходе анализа проекта был сформулирован план оптимальной реализации: стало понятно, что при положительном развитии событий выгодно расширять масштабы деятельности, однако с этим решением нельзя затягивать: во втором периоде это будет уже невыгодным. При негативном развитии событий выгодно сокращать масштабы, но делать это стоит лишь во втором периоде.

Дальнейшие действия менеджеров должны быть направлены на закрепление выявленных реальных опционов: необходимо составить список конкретных действий, которые следует предпринять для последующего исполнения опционов. Если речь идет об опционе на расширение, то его исполнение на практике связано с наличием свободных производственных мощностей, свободного персонала, сырья для начала производства и выполнением ряда других условий. Если расширение предполагает установку дополнительного оборудования, менеджмент должен заранее понимать, где и как оно будет размещено, чтобы разворачивание производства происходило максимально быстро. Потребность срочно нанять дополнительный персонал может повлечь существенный рост затрат и затормозить расширение, а приобретение дополнительного сырья также часто требует заблаговременного заключения долгосрочных контрактов. Аналогичные соображения касаются и опциона на сокращения.

Чтобы перечисленные действия были осуществлены успешно, менеджменту необходимо иметь понятные и простые критерии начала подготовительных мероприятий к исполнению опционов. В нашем примере основным фактором неопределенности является количество продаваемого товара, сигналом для начала исполнения опционов логично рассматривать значения объема продаж. Поскольку в первом периоде при росте продаж выгодно исполнять опцион на расширение, то нужно определить количество продаваемого товара, при котором будет получено значение 86 719 руб. сегодняшней стоимости проекта, делающее выгодным исполнение опциона. Это количество будет равно 2 199, а значит, любое значение, равное этому и выше его, будет давать сигнал об исполнении опциона. Таким же образом исполнение опциона на сокращения требует, чтобы стоимость проекта была во втором периоде не выше 33 806 руб., которое достигается при продажах 1 688 и ниже.

Полученные значения объема продаж можно использовать в системе спусковых механизмов: достижение полученных значений запускает процесс исполнения соответствующего реального опциона. Они также могут влиять на график реализации опционов во времени: если реальный объем продаж достигнет указанных значений до окончания соответствующего периода, исполнение опциона может быть инициировано до окончания соответствующего периода. В план проекта также стоит внести информацию о конкретном ответственном лице, в задачу которого входит отслеживание изменения показателей. В случае если неопределенность связана более чем с одним показателем, система спусковых механизмов будет более сложной, так как запуск исполнения опциона будет зависеть от соотношения нескольких показателей, однако это не вызовет принципиальных отличий в системе планирования проекта.

Таким образом, на данном упрощенном примере удалось показать, как за счет применения разработанного алгоритма можно не только оценить экономическую

привлекательность проекта, но и встроить реальные опционы в проект и разработать механизмы, которые позволят менеджерам впоследствии осуществить их оптимальное исполнение.

### Заключение

Одним из ключевых моментов разработанного алгоритма является этап встраивания реальных опционов в проект, на котором происходит качественный и количественный анализ параметров выделенных реальных опционов. При этом опцион может оказаться как «контрактным» реальным опционом (право предпринять определенное действие фиксируется с третьей стороной, например право вернуть оборудование производителю с возвратом части его стоимости), так и «внутренним» реальным опционом (исполнение опциона зависит исключительно от самого предприятия, например право реализовать новый проект на базе данного инновационного проекта). Точность расчетов стоимости проекта в значительной степени определяется тем, насколько правильно удастся определить условия существования реального опциона проекта. Высокая точность возникает в случае контрактных реальных опционов, поскольку при заключении сделки фиксируются параметры будущего сотрудничества, которые при прочих равных условиях уже не подлежат пересмотру.

Существенным этапом является также разработка плана реализации проекта, учитывающего правила исполнения встроенных реальных опционов. Это предполагает создание четырех базовых документов: графика реализации проекта по времени, схемы «спусковых механизмов», списка рисков исполнения опционов и диаграммы ролей и ответственности.

К основной значимости предлагаемого алгоритма можно отнести то, что он увязывает воедино три составляющие метода реальных опционов: 1) оценки стоимости, 2) инструмента управления рисками и 3) структурирования стратегических решений. Это позволяет сделать очередной шаг навстречу соединения экономических методов и управленческой логики и дает возможность подводить под целый ряд управленческих решений строгое экономическое обоснование. В рамках алгоритма метод реальных опционов интегрируется в общую схему обоснования инвестиционных и инновационных проектов, позволяя в зависимости от ситуации отказаться от применения метода реальных опционов, воспользоваться им изначально или привлечь данный метод уже в процессе реализации проекта.

### Литература

- Баев Л. А., Егорова О. В. Проблемы и возможности практического применения теории реальных опционов в оценке и управлении инвестиционными проектами // Вестн. Южно-Уральского гос. ун-та. Серия: Экономика и менеджмент. 2010. № 39 (215). С. 37–41.
- Баранов А. О., Музыко Е. И. Концепция реальных опционов как инновационный метод оценки эффективности инвестиционных проектов в промышленности // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Социально-экономические науки. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 32–51.
- Бухвалов А. В. Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему // Российский журнал менеджмента. 2004. № 1. С. 3–32.
- Воронцовский А. В. Управление рисками: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2000; 2005. 482 с.
- Дамодаран А. Инвестиционная оценка: инструменты и методы оценки любых активов / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 1341 с.

- Закиева Н. М. Реальные опционы как методическая основа управления инновационным проектом // Изв. Казанск. гос. архит.-строит. ун-та. 2012. № 3 (21). С. 183–193.
- Коупленд Т., Коллер Т., Муррин Дж. Стоимость компаний: оценка и управление. 3-е изд., перераб. и доп. / пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп — Бизнес», 2005. 576 с.
- Лимитовский М. А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. М.: Юрайт, 2011. 486 с.
- Ман Д. Стратегическая гибкость инвестиционных решений: анализ реальных опционов // Экономические стратегии. 2012. № 2 (100), т. 14. С. 62–73.
- Салихов М. Р. Использование методологии реальных опционов для оценки эффективности инвестиций в инновационные проекты // Инновации. 2007. № 9. С. 97–100.
- Фокина О. М. Использование реальных опционов для оценки инвестиционных решений // Вестн. Томского гос. ун-та. 2009. Вып. 3 (71). С. 345–350.
- Amram M., Kulatilaka N. Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1999. 256 p.
- Antikarov V., Copeland T. Real Options: A Practitioner's Guide. New York: TEXERE, 2003. 384 p.
- Azevedo A., Paxson D. Developing real option game models // European Journal of Operational Research. 2014. N 237. P. 909–920.
- Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // Journal of Political Economy. 1973. N 81, issue 3. P. 637–659.
- Changa Sh., Li Y., Gao F. The impact of delaying an investment decision on R&D projects in real option game // Chaos, Solitons and Fractals. 2016. N 87. P. 182–189.
- Cox J. C., Ross S. A., Rubinstein M. Option pricing: A simplified approach // Journal of Financial Economics. 1979. Vol. 7, issue 3 (September). P. 229–263.
- Dixit A. K., Pindyck R. S. Investment Under Uncertainty. New Jersey: Princeton University Press, 1994. 482 p.
- Hull J. C. Options, Futures and Other Derivatives: 4<sup>th</sup> ed. Upper Saddle River (New Jersey): Prentice Hall, 2003. 756 p.
- Miller M. H. The History of Finance: An Eyewitness Account // The History of Finance: An Eyewitness Account. 2000. Vol. 13, N 2 (Summer). P. 8–14.
- Moon M., Schwartz E. S. Evaluating research and development investments in innovation, infrastructure, and strategic options // Project Flexibility, Agency and Competition: New Developments in the Theory and Application of Real Options / eds M. J. Brennan, L. Trigeorgis. Oxford: Oxford University Press, 2000. P. 85–106.
- Mun J. Real options analysis: tools and techniques for valuing strategic investments and decisions. New Jersey: John Wiley & Sons, 2002. 414 p.
- Myers S. C. Determinants of corporate borrowing // Journal of Financial Economics. 1977. Vol. 5, issue 2 (November). P. 147–175.
- Smit H. T. J., Trigeorgis L. Real options and games: Competition, alliances and other applications of valuation and strategy // Review of Financial Economics. 2006. N 15. P. 95–112.
- Smit H. T. J., Trigeorgis L. Strategic Investment: Real Options and Games. New Jersey: Princeton University Press, 2012. 492 p.
- Wang J., Wang C.-Y., Wu C.-Y. A real options framework for R&D planning in technology-based firms // Journal of Engineering and Technology Management. 2015. N 35. P. 93–114.

**Для цитирования:** Телехов И. И. Анализ инновационно-инвестиционных проектов со встроенными реальными опционами // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5. Экономика. 2016. Вып. 3. С. 155–175. DOI: 10.21638/11701/spbu05.2016.309.

## References

- Baev L. A., Egorova O. V. Problemy i vozmozhnosti prakticheskogo primeneniia teorii real'nykh options v otsenke i upravlenii investitsionnymi proektami [Challenges and opportunities of practical application of real options theory in investment project valuation and management]. *Vestnik of South-Urals University. Economics and Management Series*, 2010, no. 39 (215), pp. 37–41. (In Russian)
- Baranov A. O., Muzyko E. I. Kontseptsiiia real'nykh optionsov kak innovatsionnyi metod otsenki effektivnosti investitsionnykh proektov v promyshlennosti [The concept of real options as an innovative method of assessing the effectiveness of investment projects in industry]. *Vestnik of Novosibirsk State University. Social and Economics Sciences Series*, 2015, vol. 15, issue 1, pp. 32–51. (In Russian)
- Bukhvalov A. V. Real'nye optionsy v menedzhmente: vvedenie v problemu [Using real options in management: an introduction]. *Rossiiskii zhurnal menedzhmenta [Russian Management Journal]*, 2004, no. 1, pp. 3–32. (In Russian)



- Vorontsovskii A. V. *Upravlenie riskami: ucheb. posobie* [Risk management. Textbook]. 3-e izd., ispr. i dop. St. Petersburg, St. Petersburg University Press, 2000; 2005. 482 p. (In Russian)
- Damodaran A. *Investitsionnaia otsenka: instrumenty i metody otsenki liubykh aktivov* [Investment valuation: tools and techniques for determining the value of any asset]. Transl. from engl. Moscow, Al'pina Biznes Buks Publ., 2005. 1341 p. (In Russian)
- Zakieva N. M. Real'nye opsiyny kak metodicheskaya osnova upravleniya innovatsionnym proektom [Real options as a methodological framework of innovation project management]. *Proceedings of Kazan State University of Architecture and Engineering*, 2012, no. 3 (21), pp. 183–193. (In Russian)
- Kouplend T., Koller T., Murrin Dzh. *Stoimost' kompanii: otsenka i upravlenie* [Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies]. 3-e izd., pererab. i dop. Transl. from engl. Moscow, ZAO "Olimp — Biznes" Publ., 2005. 576 p. (In Russian)
- Limitovskii M. A. *Investitsionnye proekty i real'nye opsiyny na razvivaiushchikhsia rynkakh* [Investment projects and real options in emerging markets]. Moscow, Iurait Publ., 2011. 486 p. (In Russian)
- Man D. Strategicheskaya gibkost' investitsionnykh reshenii: analiz real'nykh opsiynov [Strategic flexibility of investment decisions: real options analysis]. *Ekonomicheskie strategii* [Economic strategies], 2012, no. 2 (100), vol. 14, pp. 62–73. (In Russian)
- Salikhov M. R. Ispol'zovanie metodologii real'nykh opsiynov dlia otsenki effektivnosti investitsii v innovatsionnye proekty [The use of real options methodology for R&D investment projects valuation]. *Innovatsii* [Innovations], 2007, no. 9, pp. 97–100. (In Russian)
- Fokina O. M. Ispol'zovanie real'nykh opsiynov dlia otsenki investitsionnykh reshenii [Real option theory use for the investment decision evaluation]. *Vestnik Tomsk State University*, 2009, issue 3 (71), pp. 345–350. (In Russian)
- Amram M., Kulatilaka N. *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Boston, Massachusetts, Harvard Business School Press, 1999. 256 p.
- Antikarov V., Copeland T. *Real Options: A Practitioner's Guide*. New York, TEXERE, 2003. 384 p.
- Azevedo A., Paxson D. Developing real option game models. *European Journal of Operational Research*, 2014, no. 237, pp. 909–920.
- Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 1973, no. 81, issue 3, pp. 637–659.
- Changa Sh., Li Y., Gao F. The impact of delaying an investment decision on R&D projects in real option game. *Chaos, Solitons and Fractals*, 2016, no. 87, pp. 182–189.
- Cox J. C., Ross S. A., Rubinstein M. Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 1979, vol. 7, issue 3 (September), pp. 229–263.
- Dixit A. K., Pindyck R. S. *Investment Under Uncertainty*. New Jersey, Princeton University Press, 1994. 482 p.
- Hull J. C. *Options, Futures and Other Derivatives*. 4<sup>th</sup> ed. Upper Saddle River (New Jersey), Prentice Hall, 2003. 756 p.
- Miller M. H. The History of Finance: An Eyewitness Account. *The History of Finance: An Eyewitness Account*, 2000, vol. 13, no. 2 (Summer), pp. 8–14.
- Moon M., Schwartz E. S. Evaluating research and development investments in innovation, infrastructure, and strategic options. *Project Flexibility, Agency and Competition: New Developments in the Theory and Application of Real Options*. Eds. M. J. Brennan, L. Trigeorgis. Oxford, Oxford University Press, 2000, pp. 85–106.
- Mun J. *Real options analysis: tools and techniques for valuing strategic investments and decisions*. New Jersey, John Wiley & Sons, 2002. 414 p.
- Myers S. C. Determinants of corporate borrowing. *Journal of Financial Economics*, 1977, vol. 5, issue 2 (November), pp. 147–175.
- Smit H. T. J., Trigeorgis L. Real options and games: Competition, alliances and other applications of valuation and strategy. *Review of Financial Economics*, 2006, no. 15, pp. 95–112.
- Smit H. T. J., Trigeorgis L. *Strategic Investment: Real Options and Games*. New Jersey, Princeton University Press, 2012. 492 p.
- Wang J., Wang C.-Y., Wu C.-Y. A real options framework for R&D planning in technology-based firms. *Journal of Engineering and Technology Management*, 2015, no. 35, pp. 93–114.

**For citation:** Telekhov I. I. Analysis of R&D Innovation Projects with Embedded Real Options. *Vestnik of Saint Petersburg University. Series 5. Economics*, 2016, issue 3, pp. 155–175. DOI: 10.21638/11701/spbu05.2016.309.

Статья поступила в редакцию 6 июня 2016 г.  
Статья рекомендована в печать 7 сентября 2016 г.